

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 1月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-019659

[ST.10/C]:

[JP 2002-019659]

出 願 人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 3月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3014138

【書類名】 特許願

【整理番号】 2030240001

【提出日】 平成14年 1月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 08/02

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 森本 廉

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 森田 清之

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池及び半導体装置及びそれらの使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料極と空気極、及び電解質膜の 3 つを含んで構成される膜／電極接合体を、空気もしくは燃料の溝状流路をそれぞれ形成した 2 枚の半導体板で挟んだ構成において、前記半導体板を前記燃料極もしくは前記空気極の集電体として用いることを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】 前記半導体板の表面の少なくとも一部に、前記燃料極もしくは前記空気極と前記半導体板間のコンタクト抵抗低減目的のコンタクト層を設けることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】 前記半導体板の前記コンタクト層が、前記半導体板と同じ導電型の縮退した不純物層であることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 4】 前記半導体板の母材料がシリコンであって、前記半導体板の前記コンタクト層が、縮退した不純物層上にメタルシリサイド膜を形成した積層構造であることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池。

【請求項 5】 前記半導体板の前記コンタクト層が、結晶欠陥が誘起されたダメージ層で構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 6】 前記半導体板内に形成された前記空気流路の空気への露出面の少なくとも一部が撥水处理されていることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載の燃料電池。

【請求項 7】 前記半導体板内に形成された流路において、空気もしくは燃料と接触している前記流路表面の少なくとも一部に、前記半導体板と同じ導電型の縮退した不純物層が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載の燃料電池。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 の何れかに記載の燃料電池を使用する方法であって、空気極が大気開放型である場合、空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させることを特徴とする燃料電池の使用方法。

【請求項 9】 第 1 の半導体板、燃料極、電解質膜、空気極、第 2 の半導体板を順次積層、接合することにより構成された燃料電池において、前記第 1 の半導体

板の前記燃料極側に燃料流路が、前記第 2 の半導体板の前記空気極側に空気流路がそれぞれ形成されており、また前記第 1 の半導体板の前記燃料極接合面との反対面に絶縁膜、半導体層がさらに積層され、さらに前記半導体層上に少なくとも 1 個以上の素子が形成され、かつ前記第 1 の半導体板と前記素子の接地電位配線の一部が前記絶縁膜の一部に設けた開口部を介して電氣的に接続され、加えて外部配線により前記素子の電源供給配線の一部が前記第 2 の半導体板に接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 0】第 1 の半導体板、燃料極、電解質膜、空気極、第 2 の半導体板を順次積層、接合することにより構成された燃料電池において、前記第 1 の半導体板の前記燃料極側に燃料流路が、前記第 2 の半導体板の前記空気極側に空気流路がそれぞれ形成されており、また前記第 2 の半導体板の前記空気極接合面との反対面に絶縁膜、半導体層がさらに積層され、さらに前記半導体層上に少なくとも一個以上の素子が形成され、かつ前記第 2 の半導体板と前記素子の電源供給配線の一部が前記絶縁膜の一部に設けた開口部を介して電氣的に接続され、加えて外部配線により前記素子の接地電位配線の一部が前記第 1 の半導体板に接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 1】前記半導体層がシリコンかつ前記素子が n チャネル MOS トランジスタであって、前記 n チャネル MOS トランジスタのソース電極と基板電極がともに前記第 1 の半導体板に接続され、かつドレイン電極とゲート電極がともに前記第 2 の半導体板に接続されていることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の半導体装置。

【請求項 1 2】前記半導体層がシリコンかつ前記素子が p チャネル MOS トランジスタであって、前記 p チャネル MOS トランジスタのソース電極とゲート電極がともに前記第 1 の半導体板に接続され、かつドレイン電極と基板電極がともに第 2 の半導体板に接続されていることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の半導体装置。

【請求項 1 3】請求項 9、1 1、1 2 のうちいずれか 1 つに記載の半導体装置を使用する方法であって、空気極が大気開放型である場合、空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させることを特徴とする半導体装置の使用方法

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、携帯型機器向けのマイクロ電源技術分野に関し、特に安価で軽量、超薄型でかつ出力特性の安定した燃料電池と、燃料電池がチップ内に内蔵された高付加価値の半導体装置、及びそれらの使用方法を提供するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、携帯機器用 2 次電池として燃料電池が注目を集めている。これまで携帯機器用 2 次電池として最も広く使われてきたリチウム電池に比べ、燃料電池はエネルギー密度が約一桁大きく、同一質量で比較した場合、電池の保持時間が 4 ～ 5 倍長くなるというメリットを有している。また、水素、メタンガスもしくはアルコールなどの燃料を補充するだけで瞬時に充電が完了し、充電時間は殆ど必要ない。さらに、発電中は水分しか発生しないため、環境負荷が極めて低い。種々の燃料電池の中でも、低出力の民生機器用途向けに最近盛んに研究開発が進められているのは、高分子固体電解質型燃料電池（P E F C : P o l y m e r E l e c t r o l y t e F u e l C e l l）と呼ばれる種類である。これは、室温～100℃という低温で動作するため始動・停止に時間を要さず、また燃料電池の中でも特に高いエネルギー密度を有するため、より電池のコンパクト化、軽量化が図れるという理由による。P E F C の燃料流路を形成するセパレータとしてこれまで用いられてきたグラファイト材料は、材料コストが高い上に、直接 N C 工作機械などで切削して溝加工を行っており、大量生産が難しく加工コストが高い、加えて小型化が難しいという欠点を有していた。また、燃料や空気の一部がグラファイト材料中のボイドなどを介して外部へ漏れだしてしまうという課題があった。そのため、グラファイト製セパレータの持つ課題を克服しうる代替材料の研究が盛んに行われている。最近、韓国 A j o u 大学のシムらはエレクトロニクス・アンド・コミュニケーション・エンジニアリング・ジャーナル（第 1 3 巻、1 号、4 3 - 4 7 頁、2 0 0 1 年）で、グラファイト製セパレータよりも低

コスト化、小型化が容易な、シリコン製セパレータを用いたマイクロ燃料電池を報告している。図 1 3 はシムらの報告したマイクロ燃料電池の断面模式図であり、1 0 は高分子固体電解質膜、6 0 は燃料極、6 1 は空気極、1 4 は燃料流路、1 6 は空気流路、6 2 は燃料流路を加工した n 型 (1 0 0) 面方位シリコン基板、6 3 は空気流路を加工した n 型 (1 0 0) 面方位シリコン基板、6 4 はシリコン熱酸化膜である。図 1 3 において、燃料であるメタノール水溶液が紙面手前側から奥手に向かって、燃料流路 1 4 に供給される。なお、燃料極 6 0、空気極 6 1 はともに、密着層である膜厚 3 0 0 n m のクロム薄膜上に膜厚 5 0 n m の金薄膜を積層した膜で構成されている。燃料極 6 0 ではメタノール水溶液が金の触媒作用により、電子とプロトンと二酸化炭素に分解 ($\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{e}^- + 6 \text{H}^+ + \text{CO}_2$) される。このプロトン原子は厚さ 1 0 0 μm の高分子固体電解質膜 1 0 中を空気極 6 1 側に拡散し、空気極 6 1 で空気中の酸素原子と結合し水が生成される。この空気極 6 1 での反応により電子が消費される ($\frac{1}{2} \text{O}_2 + 6 \text{e}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}$)。前記 2 つの反応式により、燃料極 6 0 側では電子が 6 個生成され、一方、空気極 6 1 側では電子が 6 個消費されることがわかる。その結果、電子が燃料極 6 0 から空気極 6 1 側に向かって流れ、電池として機能することがわかる。図 1 3 の燃料電池の場合、溝を加工した厚み 4 7 5 μm のシリコン基板 6 2 及び 6 3 は厚さ 1. 5 μm のシリコン熱酸化膜 6 4 によってそれぞれ燃料極 6 0、空気極 6 1 側と絶縁分離されている。そのため、シリコン基板 6 2 及び 6 3 は単なる流路の構造母体として機能している。図 1 3 において、燃料流路 1 4 及び空気流路 1 6 の幅、深さはそれぞれ 2 5 0 μm 、5 0 μm である。また試作した燃料電池全体の面積は 1 6 m m \times 1 6 m m で厚さが 1. 5 m m と非常に薄型化が図られている。シリコン基板をセパレータ材料に用いることで、シリコン極微細加工技術によるサブミクロンオーダーの高精度加工と、大口径シリコンウェハの一括加工による低コスト化が同時に実現される。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 1 3 のような燃料電池の構成をとった場合、損失が大きく出力が低下してしまうという課題を有していた。上述したように、燃料が触媒作用

を持った燃料極 6 0 と接してプロトンが生成し、それが高分子固体電解質膜 1 0 中を拡散して空気極 6 1 に到達して酸素と結合する。図 1 3 の構成では、高分子固体電解質膜 1 0 表面に燃料極 6 0 が形成されていない箇所（図中 A：幅 2 5 0 μm /溝）が存在する。この A 領域ではプロトンの注入効率が著しく低下するため、膜 1 0 の単位面積あたりのプロトン伝導度が低くなって（膜の抵抗値が大きくなる）電圧降下ロスが発生し、結果的に出力電流、電圧ともに小さくなってしまふ。実際、試作された図 1 3 の燃料電池では、触媒電極材料として白金（Pt）ほど触媒効率の不高くない金（Au）を用いたことにも起因するが、通常のメタノール燃料タイプの燃料電池で報告されている値に比べ、出力電圧は約 1/5 の約 0.1 V 程度しか得られていない。

【0004】

本発明の目的は、前記従来課題を解決し、安価で軽量、コンパクトかつ出力低下の少ない燃料電池、及び燃料電池を電源としてチップ内に内蔵した高付加価値の半導体装置、及びそれらの使用方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の燃料電池は、燃料極と空気極、及び電解質膜の 3 つを含んで構成される膜／電極接合体を、空気もしくは燃料の溝状流路をそれぞれ形成した 2 枚の半導体板で挟んだ構成において、前記半導体板を前記燃料極もしくは空気極の集電体として備えている。これにより、燃料から触媒作用でプロトンを取り出すための燃料極が、電解質膜全面に形成されているため、発生したプロトンを効率良く電解質膜に供給できるようになり、電池の出力低下を抑制することが可能となる。また、燃料及び空気流路を半導体基板中に形成することから、半導体プロセスを用いた高精度な加工と量産効果による低コスト化、薄層化が同時に実現できる。

【0006】

前記燃料電池は、前記半導体板の表面の少なくとも一部に、前記燃料極もしくは空気極との接触抵抗低減目的のコンタクト層を備えている。これにより、前記燃料・空気流路を形成した前記半導体板と前記燃料極及び前記空気極とのコンタ

クト抵抗を十分低く抑えることができ、前記燃料・空気極から極めて効率のよい集電が可能になる。

【 0 0 0 7 】

前記燃料電池は、前記コンタクト層が前記半導体板と同じ導電型の縮退した不純物層であるという特徴を有している。これにより、前記燃料・空気流路を形成した前記半導体板と前記燃料極及び前記空気極とのコンタクト抵抗を十分低く抑えることができ、前記燃料・空気極から極めて効率のよい集電が可能になる。

【 0 0 0 8 】

前記燃料電池は、前記半導体板の母材料がシリコンであって、前記半導体板の前記コンタクト層が、縮退した不純物層上にメタルシリサイド膜を形成した積層構造であるという特徴を有している。これにより、前記半導体板と前記燃料・空気極の間の安定したオーミックコンタクトが得られ、かつ前記半導体板の導電型としてp型もしくはn型のどちらでも使えるようになり燃料電池設計の自由度が広がる。

【 0 0 0 9 】

前記燃料電池は、前記半導体板の前記コンタクト層が、結晶欠陥が誘起されたダメージ層で構成されていることを特徴とする。結晶ダメージ層は低温でも形成可能で、前記半導体板と前記燃料極及び空気極の間の低抵抗コンタクトが耐熱性の低い系においても実現可能である。

【 0 0 1 0 】

前記燃料電池は、前記半導体板内に形成された前記空気流路の空気への露出面の少なくとも一部に撥水処理が施されていることにより、生成した水を効率よく蒸発・排出させることができ、空気流路での水結露による酸素供給能力低下を抑制できる。これにより、常に安定した出力が得られる。

【 0 0 1 1 】

前記燃料電池は、前記半導体板内に形成された流路において、空気もしくは燃料と接触している前記流路表面の少なくとも一部に、前記半導体板と同じ導電型の縮退した不純物層が設けられていることにより、低抵抗な前記不純物層に選択的に電流を流すことが出来る。前記不純物層をヒーターとして用いることにより

流路内壁の温度を上げることが可能となり、流路の目詰まり解消や、燃料電池廃棄時に人体に有毒なメタノール燃料を完全に蒸発させることが可能となる。

【 0 0 1 2 】

本発明の燃料電池の使用方法は、前記燃料電池の前記空気極が大気開放型である場合、前記空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させることにより、生成した水分が速やかに重力で排出され、前記空気流路での水結露による酸素供給能力低下を抑制でき、常に安定した出力が得られる。

【 0 0 1 3 】

本発明の半導体装置は、第 1 の半導体板、燃料極、電解質膜、空気極、第 2 の半導体板を順次積層、接合することにより構成された燃料電池において、前記第 1 の半導体板の前記燃料極側に燃料流路が、前記第 2 の半導体板の前記空気極側に空気流路がそれぞれ形成されており、また前記第 1 の半導体板の前記燃料極接合面との反対面に絶縁膜、半導体層がさらに積層され、さらに前記半導体層上に少なくとも一個以上の素子が形成され、かつ前記第 1 の半導体板と前記素子の接地電位配線の一部が前記絶縁膜の一部に設けた開口部を介して電氣的に接続され、加えて外部配線により前記素子の電源供給配線の一部が前記第 2 の半導体板に接続されており、この構成により、チップ内に燃料電池を電源として内蔵した、極めてコンパクトかつ高機能な半導体集積回路が実現できる。

【 0 0 1 4 】

本発明の半導体装置は、第 1 の半導体板、燃料極、電解質膜、空気極、第 2 の半導体板を順次積層、接合することにより構成された燃料電池において、前記第 1 の半導体板の前記燃料極側に燃料流路が、前記第 2 の半導体板の前記空気極側に空気流路がそれぞれ形成されており、また前記第 2 の半導体板の前記空気極接合面との反対面に絶縁膜、半導体層がさらに積層され、さらに前記半導体層上に少なくとも一個以上の素子が形成され、かつ前記第 2 の半導体板と前記素子の電源供給配線の一部が前記絶縁膜の一部に設けた開口部を介して電氣的に接続され、加えて外部配線により前記素子の接地電位配線の一部が前記第 1 の半導体板に接続されており、この構成により、燃料電池が前記空気極上に形成されるため、チップ内に電源が内蔵された、極めてコンパクトかつ高機能な半導体集積回路が

実現できる。

【 0 0 1 5 】

前記半導体装置は、前記半導体膜がシリコンかつ前記素子がnチャネルMOSトランジスタであって、前記nチャネルMOSトランジスタのソース電極と基板電極がともに前記第1の半導体板に接続され、かつドレイン電極とゲート電極がともに前記第2の半導体板に接続されており、前記nチャネルMOSトランジスタのしきい値電圧で前記燃料電池の出力電圧下限を設定することが可能となる。また、前記nチャネルMOSトランジスタのサイズを変えることにより、前記燃料電池の出力電流制限を設定することも可能となる。

【 0 0 1 6 】

前記半導体装置は、前記半導体層がシリコンかつ前記素子がpチャネルMOSトランジスタであって、前記pチャネルMOSトランジスタのソース電極とゲート電極がともに前記第1の半導体板に接続され、かつドレイン電極と基板電極がともに第2の半導体板に接続されており、前記pチャネルMOSトランジスタのしきい値電圧で前記燃料電池の出力電圧下限を設定することが可能となる。また、前記pチャネルMOSトランジスタのサイズを変えることにより、前記燃料電池の出力制限電流を設定することも可能となる。

【 0 0 1 7 】

本発明の半導体装置の使用方法は、前記燃料電池の前記空気極が大気開放型である場合、前記空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させることにより、生成した水分が速やかに重力で排出され、前記空気流路での水結露による酸素供給能力低下を抑制でき、常に安定した出力が得られる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

【 0 0 1 9 】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態は、燃料極と空気極、及び電解質膜の3つを含んで構成される膜／電極接合体を、空気もしくは燃料の溝状流路をそれぞれ形成した2

枚のシリコン基板で挟んだ構成において、前記半導体板を前記燃料極もしくは前記空気極の集電体として用い、前記半導体板の表面の少なくとも一部に、前記燃料極もしくは前記空気極と前記半導体板間のコンタクト抵抗低減目的のコンタクト層を設けることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

図 1 (a) 、 (b) はそれぞれ本実施形態の燃料電池の断面模式図、及び空気極側から見た上面図である。

【 0 0 2 1 】

図 1 (a) に示すように、本実施形態の燃料電池は、膜厚 $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度のパーフルオロスルホン酸系ポリマなどの高分子固体電解質膜 10 両面に、白金 (Pt) 薄膜などの燃料電極触媒層 11 と空気電極触媒層 12 が形成されている。燃料流路 14 を形成した n 型シリコン製セパレータ 13 は、燃料電極触媒層 11 にシリコン／触媒電極間オーミックコンタクト層 17 を介して接続され、空気流路 15 を形成した p 型シリコン製セパレータ 15 は、同じくシリコン／触媒電極間コンタクト層 17 を介して空気電極触媒層 12 に接続されている。ここでシリコン／触媒電極間オーミックコンタクト層 17 は縮退した不純物拡散層と白金シリサイド膜の多層膜である。図 1 (a) で示した燃料電池は、後で説明するが大気開放型とよばれる種類で、空気流路 15 が p 型シリコン基板の裏面まで貫通する形で加工されている。大気開放型では、空気極への酸素供給は、大気圧の空気から空気電極触媒層 12 に対して自然供給の形で行われている。また、空気極側で反応生成した水は大気中に自然蒸発する形で排出される。一方、燃料である水素ガスやメタノール水溶液は、微小ポンプ、もしくは自然対流によって燃料流路 14 内を紙面手前から奥に向かって供給される。燃料流路 14 の典型的な幅は約 $200\text{ }\mu\text{m}$ 、深さは約 $100\text{ }\mu\text{m}$ であり、例えば 6 インチシリコン基板を材料に用いた場合、n 型シリコン製セパレータ 13 の厚みは約 $650\text{ }\mu\text{m}$ である。空気流路 16 の幅は約 $200\text{ }\mu\text{m}$ 、溝深さは基板厚さに等しい約 $650\text{ }\mu\text{m}$ である。図 1 (a) において n 型シリコン製セパレータ 13 は燃料流路 14 の形成母体としての役割の他、燃料電極触媒層 11 で発生した電子を外部回路に取り出すための集電体としても機能しており、これが図 13 のシムらの従来例と大きく異なる点

である。集電された電子は、n型シリコン製セパレータ13の裏面に設けられている縮退したn型不純物拡散層などのn型コンタクト層18、厚さ1 μ m程度のアルミ薄膜などの金属膜パターン20、直径50 μ mの金線などのワイヤーボンディング用金属配線21を介して負荷に供給される。一方、空気極側では燃料極側とは逆に、外付けの金属配線21から、金属膜パターン20、p型コンタクト層19を介してp型シリコン製セパレータ15に供給される。図1(a)に矢印で示した様に、実際の電流は説明した電子の流れと逆向きに流れる。現在、市販されている低抵抗シリコン基板の比抵抗は約10m Ω ・cmであるが、基板厚みを650 μ mと仮定、かつコンタクト抵抗を無視してセパレータの単位面積当たりの抵抗値を見積もると約65m Ω /cm²となり、十分低い抵抗値が実現可能であることがわかる。例えば100mAの電流を出力した場合のセパレータ部での電圧降下ロスは6.5mVとなり、出力電圧に対して殆ど無視できる。

【0022】

以上のようにシリコン基板をセパレータ材料に用いると、厚さが1.5mmにも満たない超薄型燃料電池が実現できる。シリコンは地球資源として豊富で、人体に無害、安価な材料コストなど様々なメリットを有している。また、化学的にも安定で、プロトンの存在により酸性を示す燃料流路14内においても腐食の心配がない。加えて燃料はシリコンを透過しないため、燃料漏洩の恐れもない。さらにはシリコン基板自体の優れた厚み均一性や表面平坦度と、シリコン極微細加工技術の組み合わせにより、極めて精密な加工が可能である。しかも大口径シリコンウェハーを半導体プロセスラインで一括処理することで、同一ウェハー上に大量のセパレータが同時に量産されるため、加工コストが従来のセパレータ材料に比べて大幅に低減できる。

【0023】

シリコンをセパレータ材料に用いるという概念は、図13に示したシムらの従来例と基本的に同じであるが、上述したように半導体板を燃料流路の基体としてだけでなく、集電体として用いるという違いがある。この特徴を生かして、図2に示すような積層型燃料電池を実現することができる。図2は3つの燃料電池を積層して直列接続した例で、電池面積は一定のまま、図1(a)に比べ出力電圧

を3倍にすることができる。図2の燃料電池の構成は図1(a)と本質的に同じであるが、(1)空気をポンプ等で送風供給する、(2)シリコン製セパレータの導電型を全てn型(p型でも可)とする、(3)両面に燃料流路14と空気流路16を形成したシリコン製セパレータ9を用いるなどの点を若干変更する必要がある。シリコンは燃料や空気の遮断性に優れているため、同一基板の両面にこれらを流しても互いに混合してしまうことはない。図2のような積層構成は、本実施形態のようにシリコン製セパレータを集電体として用いて、はじめて実現可能となるものであり、従来のシムラの構成では実現困難である。

【0024】

次に本実施形態と従来例の更なる違いについて説明する。従来例(図13(a))において丸印で囲んだA部に相当する箇所を図1(a)でB部とした。両図のA部とB部を比較すると、本実施形態では、高分子固体電解質膜10上に燃料電極触媒層11が切れ目なく連続的に形成されているのに対し、図13の従来例では高分子固体電解質膜10表面に燃料極60の未形成部(溝当たり $250\mu\text{m}$)がある。この未形成部には、電極触媒作用で燃料から生成されたプロトンが効率よく電解質膜中に注入されないため、大きな出力損失を生じてしまう。従来例では空気極側にも同様な空気極61の未形成部があり、更なる出力損失が生じることになる。一方、本実施形態の燃料電池においてはこのような出力低下は生じない。

【0025】

なお、本実施形態では燃料電極触媒層にn型、空気電極触媒層にp型導電型のシリコン製セパレータを用いたが、どちらの導電型を用いても良い。これにより、燃料電池設計の自由度が大きくなる。

【0026】

また、本実施形態ではシリコン/電極触媒間オーミックコンタクト層として縮退した不純物拡散層と白金シリサイド膜の多層膜としたが、白金シリサイド膜のかわりに縮退した不純物拡散層のみ、もしくはメタル薄膜の単層膜を用いても良い。これにより、製造工程がより簡略化できる。

【0027】

なお、本実施形態ではシリコン製セパレータ 1 3 及び 1 5 がそれぞれ燃料及び空気に接する部分でシリコンが露出しているが、シリコン酸化膜、もしくはシリコン酸窒化膜、白金薄膜、ルテニウム膜、パラジウム薄膜、クロム膜、メタルシリサイド膜、もしくはこれらの積層膜に覆われていてもよい。

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態ではシリコン製セパレータ 1 3 及び 1 5 内の抵抗率はコンタクト層を除きほぼ均一であるが、燃料及び空気に接する部分に不純物濃度を上げた低抵抗層を形成しても良い。これにより、低抵抗層のみに外部から選択的に電流を流すことが出来る。前記低抵抗層をヒーターとして用いることにより流路内壁の温度を制御することが可能となり、流路の目詰まり解消や、燃料電池廃棄時に人体に有毒なメタノール燃料を完全に蒸発させることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態では空気流路の空気導入口が図 1 (b) に示すように大きく開口されていたが、図 3 (a) 、 (b) にそれぞれ断面模式図と空気極側からの上面図を示すような、空気導入部のシリコンが微細な格子状に加工されていても良い。図 3 (b) の円形部拡大図 (図 3 (c)) が示すような、シリコングリッド 2 9 を導入した p 型シリコン製セパレータ 1 5 を用いることにより、開口部寸法は $10\ \mu\text{m}$ 角となり、空気極へのゴミや埃の進入を効果的に防ぐことが可能となる。

【 0 0 3 0 】

また、本実施形態では、燃料流路と空気流路の溝は互いに平行方向に形成されているが、互いに直行、もしくは任意の角度で形成されていても良い。どの場合においても、燃料電池の特性上、何ら影響はない。

【 0 0 3 1 】

本実施形態の燃料電池の製造手順を図面に基づき説明する。図 4 (a) ~ (d) は本実施形態の燃料電池の工程断面模式図である。同じく図 5 (a) ~ (c) は図 4 (d) に続く工程の断面模式図を示している。図 4 (a) において、まず、両面研磨した n 型シリコン基板 7 0 の第 1 の面に燐原子を加速電圧 $80\ \text{keV}$ 、ドーズ量 $1\ \text{E}\ 15\ \text{cm}^{-2}$ でイオン注入を行い、縮退した n 型不純物拡散層 7 1

を全面形成する。次に n 型シリコン基板 7 0 の第 2 の面に第 1 のレジストパターン 2 2 を形成した後、同条件でイオン注入工程を行い、n 型コンタクト層 1 8 を形成する（図 4（a））。さらに第 1 のレジストパターン 2 2 を酸素プラズマ中で除去した後、窒素雰囲気中で 9 0 0 °C、3 0 分の電気炉熱処理を行う。これにより、n 型コンタクト層 1 8 と n 型不純物拡散層 7 1 に注入したリン原子の電気的活性化とイオン注入ダメージによる結晶欠陥層の回復処理を行う。次に、n 型不純物拡散層 7 1 に砒素原子を加速電圧 2 5 k e V、ドーズ量 $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ にて注入を行った後、7 0 0 °C、3 0 秒の急速加熱処理工程を行う。さらに n 型シリコン基板 7 0 を 5 w t % の希弗酸中に 1 分浸漬させた後、n 型不純物拡散層 7 1 上にスパッタ法により白金薄膜 7 2 を約 5 0 n m 堆積する（図 4（b））。次に、窒素雰囲気中にて 1 0 0 0 °C、3 0 秒の急速加熱処理にて白金薄膜 7 2 と n 型不純物拡散層 7 1 中のシリコンを反応させ、白金シリサイド膜 2 5 を形成する。さらに基板の第 2 の面にスパッタ法にてアルミ薄膜を約 8 0 0 n m 堆積した後、第 2 のレジストパターン 2 4 を形成、ドライエッチングを行うことにより、金属膜パターン 2 0 を形成する（図 4（c））。次に、第 2 のレジストパターン 2 4 を酸素プラズマにより除去した後、n 型シリコン基板 7 0 の第 2 の面に全面レジスト膜 2 6 の塗布を行う。さらに基板の第 1 の面に厚さ 3 0 μm の第 3 のレジストパターン 2 7 を形成する（図 4（d））。次にこのレジストパターン 2 7 をマスクとして高選択比のシリコンドライエッチングを行い、深さ 1 0 0 μm の燃料流路 1 4 を形成する（図 5（a））。この後、全面レジスト膜 2 6 と第 3 のレジストパターン 2 7 の除去を行う。これにより、燃料流路 1 4 を加工した n 型シリコン製セパレータ 1 3 が完成する。なお、図 5（a）の n 型シリコン製セパレータ 1 3 においては、図 1（a）におけるシリコン基板／電極触媒間オーミックコンタクト層 1 7 が、縮退した n 型不純物拡散層 7 0 と白金シリサイド膜 2 5 の積層膜として表されている。次に、図 4（a）～図 5（a）の手順を繰り返すことにより、空気流路 1 6 を加工した p 型シリコン製セパレータ 1 5 が形成できる。なお、この図 5（b）の p 型シリコン製セパレータ 1 5 を下から見た図は図 1（b）に等しい（図 5（b））。最後に、高分子固体電解質膜 1 0 の両面に白金薄膜などの燃料電極触媒層 1 1 と空気電極触媒層 1 2 を形成した膜・電極接合体

を、n型シリコン製セパレータ13とp型シリコン製セパレータ15で挟み込み、数kg～数十kg/cm²の圧力で120℃、90秒の熱処理を加えて両シリコン製セパレータを膜・電極接合体に圧着接合させ燃料電池が完成する（図5（c））。

【0032】

以上説明してきたように本実施形態の燃料電池は、シリコン半導体プロセスにより形成可能で、と完全互換性であり、大口径シリコンウェハを用いることにより大量のシリコン製セパレータが一度に量産可能であり、大幅なコストダウンを図ることができる。

【0033】

なお、本実施形態では、n型コンタクト18とシリコン基板／電極触媒間オーミックコンタクト層17が同一基板の両面に別々に形成されているが、図6に示すように同一面内に形成しても良い。これにより、燃料電池の面積は若干大きくなるが、さきに説明したセパレータの製造工程を大幅に簡略化できる。

【0034】

（第2の実施形態）

本発明の第2の実施形態は、燃料極と空気極、及び電解質膜の3つを含んで構成される膜／電極接合体を、空気もしくは燃料の溝状流路をそれぞれ形成した2枚の半導体板で挟んだ構成において、前記半導体板を前記燃料極もしくは空気極の集電体として備えるもので、かつ前記半導体板内に形成された空気流路の空気への露出面の少なくとも一部に撥水処理が施されていることを特徴とする。

【0035】

以下、図面を用いて本発明の第2の実施形態を説明する。図7は本発明の第2の実施形態である燃料電池の断面模式図である。基本的な電池の構成は、図1（a）に示した本発明の第1の実施形態とほぼ同じであり、図番の共通するものについては説明を省略する。第2の実施形態の構成上の特徴は、図7に示すような空気流路16の表面に撥水処理膜28が施されている点である。撥水処理とは、例えばHMDS（Hexamethyldisilazane）のスピンコート塗布や、レーザ照射及び超高真空中での熱処理などによりシリコン表面を荒らし

て数 nm の凹凸を形成することを指す。以下に、撥水処理膜 2 8 を設けたことによる効果を図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 (a) 、 (b) はそれぞれ常圧型、大気開放型の燃料電池の断面模式図であり、同図 (c) には両タイプの出力電圧－電流密度の特性図を示している。図 1 4 (a) 、 (b) で 5 3 はアノード側セパレータ、5 4 はカソード側セパレータである。図 1 4 (a) の常圧型燃料電池では、ポンプなどの補機類で燃料及び空気を供給するため、空気極側で生成した水は効率よく排除される。従って、高い出力電流密度で使用し続け、水生成が激しい状態であって酸素供給が妨げられることはない。一方、大気開放型では図 1 4 (b) に示すように、高い出力電流密度で使い続けると生成した水 7 4 がうまく排出されず空気流路内にたまってしまう。その結果、空気極への酸素供給が妨げられ、同図 (c) に示すように出力電圧が大きく下がってしまう。本発明の第 2 の実施形態によれば、空気流路の壁に撥水処理が施されているため、生成した水が効率よく排出される。これにより酸素供給不足による出力低下を著しく抑制することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態の燃料電池を、空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させれば、重力で生成した水が効率よく排出され、出力低下がさらに抑制できる。

【 0 0 3 7 】

(第 3 の実施形態)

本発明の第 3 の実施形態は、第 1 の半導体板、燃料極、電解質膜、空気極、第 2 の半導体板を順次積層、接合することにより構成された燃料電池において、前記第 1 の半導体板の前記燃料極側に燃料流路が、前記第 2 の半導体板の前記空気極側に空気流路がそれぞれ形成されており、また前記第 1 の半導体板を前記燃料極に接合させた面の反対面に絶縁膜、半導体層がさらに積層され、さらに前記半導体層上に少なくとも一個以上の素子が形成され、かつ前記第 1 の半導体板と前記素子の接地電位配線の一部が前記絶縁膜の一部に設けた開口部を介して電氣的に接続され、加えて外部配線により前記素子の電源供給配線の一部が前記第 2 の半導体板に接続されていることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

本発明の第 3 の実施形態について図面をもとに説明する。図 8 は本実施形態における半導体装置の断面模式図を示しており、図中の図番は、10 は高分子固体電解質膜、11 は燃料電極触媒層、12 は空気電極触媒層、13 は n 型シリコン製セパレータ、14 は燃料流路、15 は p 型シリコン製セパレータ、16 は空気流路、17 はシリコン基板／電極触媒間オーミックコンタクト層、30 は n 型基板コンタクト層、31 は埋め込み酸化膜層、32 は p ウェルコンタクト層、33 は n ウェルコンタクト層、34 は p 型ソース電極、35 は p 型ドレイン電極、36 は n 型ドレイン電極、37 は n 型ソース電極、38 はゲート絶縁膜、39 は n 型ゲート電極、40 は p 型ゲート電極、41 は素子分離絶縁膜、42 は層間絶縁膜、43 はアルミ配線、44 は p ウェル、45 は n ウェルである。次に、本実施形態の半導体装置の構成概略を説明する。図 8 は、燃料電池をマイクロ電源としてチップ内に内蔵した半導体集積回路であり、第 1 の実施形態である燃料電池の n 型シリコン製セパレータ 13 上に、埋め込み酸化膜層 31 と単結晶シリコン層が積層されている。ここでは単結晶シリコン層に形成された集積回路の例として、デジタル回路の基本素子である CMOS インバータ（p チャネル MOS トランジスタと n チャネル MOS トランジスタで構成）を記載してある。CMOS インバータ回路の接地電位配線（図 8 中の V_{ss} ）の一部は素子分離絶縁膜 41 と層間絶縁膜 42 を介して、燃料電池の n 型シリコン製セパレータ 13 に接続されており、この経路で負荷回路に電子が供給される。一方、回路の電源供給配線（図 8 中の V_{dd} ）の一部は外部の金属配線 21 を介して p 型シリコン製セパレータ 15 側に接続されている。また、CMOS インバータの入力及び出力配線は図中にそれぞれ V_{in} 、 V_{out} と記載されている。このように、チップ直下に燃料電池を配置した構成がとれるのは、シリコン製セパレータを流路の構造体としてだけではなく、電極触媒層からの集電体としても用いた第 1 の実施形態の燃料電池を用いた構造を採用したことによる。

【 0 0 3 9 】

また、本実施形態の燃料電池を携帯機器に用いる場合、室温から 60℃ 程度で用いるため、燃料電池部の発生熱による半導体素子の特性劣化の恐れはない。こ

のような熱の相互間の影響を少なくするためには、熱伝導率が低い埋め込み酸化膜 3 1 の膜厚をさらに厚くすればよい。

【 0 0 4 0 】

以上のように、本実施形態の半導体装置によれば、リチウムイオン電池などに比べて約 1 桁エネルギー密度の高い燃料電池を内蔵電源とした高機能な半導体集積回路が実現でき、極めてコンパクトで駆動時間の長い携帯機器が実現できる。

【 0 0 4 1 】

なお、本実施形態の半導体装置では燃料電池を単セル構成としたが、半導体回路での使用電圧が高い場合には、代わりに図 2 のような積層セル構成した燃料電池を用いても良い。

【 0 0 4 2 】

さらに、本実施形態の半導体装置では、燃料極側に半導体集積回路を形成する例を示したが、空気極側あるいは両極に設けても全く同等な効果が得られる。

【 0 0 4 3 】

なお、本実施形態の半導体装置はシリコン製セパレータ上にシリコン半導体素子を形成したが、他の化合物半導体、例えば GaN や SiC など半導体材料として用いても良い。これらの化合物半導体素子は 1 0 0 ℃ 以上の高温でも用いることができ、PEFC 以外的高温動作タイプの燃料電池にも本実施形態が適用可能となる。

【 0 0 4 4 】

さらに、本実施形態の半導体装置において、空気極を地面側に向けて設置、もしくは保持して動作させれば、空気極側の生成した水が重力で効率よく排出され、出力低下が抑制できる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の半導体装置の製造工程を以下に説明する。図 9 (a)、(b) は本実施形態の半導体装置の製造工程を表す断面模式図であり、図 1 0 (a)、(b) は図 9 (b) に続く工程の断面模式図を示している。図 9 (a) では SOI (Silicon On Insulator) 基板と呼ばれる市販品上に CM

O S インバーターを形成している。図 9 (a) に付与された図番は基本的に図 8 と同じであり、回路上にプラズマ窒化膜などのパッシベーション膜 5 0 が堆積されている点と、基体として n 型シリコン基板 7 0 が用いられている点が異なる。また、パッシベーション膜 5 0 はボンディング配線用の絶縁膜開口部 4 9 が開口されている。図中で、n 型シリコン基板 7 0 は、面方位 (0 0 1)、オリフラ方位 $\langle 1 1 0 \rangle$ 、比抵抗が $1 0 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ 程度の低抵抗基板であり、埋め込み酸化膜 3 1 の膜厚は約 $4 0 0 \text{ nm}$ 、単結晶シリコン層の膜厚は約 $1 0 0 \text{ nm}$ である。なお、図 9 (a) に至るまでの工程は極めて一般的な標準 CMOS 工程を用いれば良いため、詳細な説明は行わない。SOI 基板上に CMOS インバータ回路を形成した (図 9 (a)) 後、5 wt % 程度の希弗酸に基板全体を 3 0 秒浸漬させ、さらに CMOS インバータを形成していない面を工程処理面として、砒素原子を加速電圧 $2 5 \text{ keV}$ 、ドーズ量 $5 \text{ E } 1 4 \text{ cm}^{-2}$ にて注入を行った後、 $2 0 0^{\circ}\text{C}$ 、1 分の急速加熱処理工程を行う。次にニッケル膜をスパッタ法もしくは真空蒸着法にて約 $5 0 \text{ nm}$ 堆積させる。さらに、 $4 0 0^{\circ}\text{C}$ 、1 分の急速加熱処理工程により第 2 のメタルシリサイド膜 4 7 としてニッケルシリサイド膜を形成する。この時の熱処理は、アルミ配線 4 3 の融点を越えてはならない。次に、厚さ $3 0 \mu\text{m}$ の第 4 のレジストパターン 4 6 を形成した後、ドライエッチングを行うことで n 型シリコン基板に幅 $2 0 0 \mu\text{m}$ 、深さ $1 0 0 \mu\text{m}$ の溝加工を行い、燃料流路 1 4 を設けた n 型シリコン製セパレータ 1 3 を形成する (図 9 (b))。さらに、別の p 型シリコン基板を用いて、図 4、図 5 で説明したシリコン製セパレータの製造方法に基づき、空気流路 1 6 を作製した p 型シリコン製セパレータ 1 5 を作製する (図 1 0 (a))。最後に、空気電極触媒層 1 1、燃料電極触媒層 1 2、高分子固体電解質膜 1 0 から構成される膜・電極接合体を、CMOS インバータ回路を具備した n 型シリコン製セパレータ 1 3 と p 型シリコン製セパレータ 1 5 で挟み込み、数 $\text{kg} \sim$ 数十 kg / cm^2 の圧力下で $1 2 0^{\circ}\text{C}$ 、9 0 秒の熱処理を加えて両シリコン製セパレータを膜・電極接合体に圧着接合させ、本実施形態に係る半導体装置が完成する (図 1 0 (b))。

【 0 0 4 6 】

以上のように既存の半導体技術を適用することにより、他の 2 次電池に比べ極

めて高いエネルギー密度を有した燃料電池をチップに内蔵した高機能な半導体集積回路が容易に実現される。本実施形態の半導体装置を携帯機器に用いることにより、一層の軽量化、コンパクト化、長時間駆動を可能にすることができる。

【 0 0 4 7 】

(第 4 の実施形態)

本発明の第 4 の実施形態は、第 3 の実施形態の半導体装置において、CMOS インバータ回路のかわりに n チャネル MOS トランジスタを用いて、n チャネル MOS トランジスタのソース電極と基板電極がともに燃料極側のシリコン製セパレータに接続され、かつドレイン電極とゲート電極がともに空気極側のシリコン製セパレータに接続されていることを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

以下に本発明の第 4 の実施形態について図面を用いて説明する。図 1 1 は本実施例の半導体装置の断面模式図であり、図番等は図 8 で付与したものと同様であり、説明を省略する。本実施形態の半導体装置は、図 8 における CMOS インバータを n チャネル MOS トランジスタで置き換えた構造をしている。この n チャネル MOS トランジスタでは、ゲート電極 3 9 とドレイン電極 3 6 がともに燃料電池の空気極側と接続され、ソース電極 3 7 と基板電極 3 2 は燃料極側に接続されている。従って、燃料電池の出力電圧がトランジスタのしきい値電圧を超えているときには常時トランジスタが ON して外部負荷に対して電力を供給するが、電池の出力電圧がしきい値電圧を下回るとトランジスタが OFF となって電力供給がストップする。これにより、出力電圧の下限設定が可能となり、燃料電池のトラブル等による電子機器の誤動作を未然に防ぐことができる。また、トランジスタのチャンネルサイズを変更することにより、燃料電池の出力電流リミッタとしても用いることができる。トランジスタのしきい値電圧は、p ウェル 4 4 の不純物濃度やゲート絶縁膜 3 8 の膜厚、及び n 型ゲート電極 3 9 の材質（仕事関数）を変えることにより容易に調整が可能である。一方、図 1 2 は、p チャネル MOS トランジスタを用いて上述と同機能の半導体装置を具現化した場合の断面模式図であり、素子端子と燃料電池間の結線の他は全く同等である。

【 0 0 4 9 】

通常、高分子固体電解質膜 10 を電解質に用いた燃料電池では、単体セルの出力電圧は図 14 (c) に示したように 1 V 以下であり、実践的には、電源供給を行う回路の使用電圧とのインターフェース回路 (DC-DC コンバータ回路など) や出力制御回路 (電圧下限リミッタや電流制限回路) などを付加する必要がある。

【0050】

以上の本実施形態のように、燃料電池のインターフェース回路や出力制御回路を電池内に作り込むことで、非常にコンパクトで軽量、かつインテリジェントな機能を有したマイクロ電源が実現される。

【0051】

【発明の効果】

本発明の燃料電池によれば、燃料極と空気極、及び電解質膜の 3 つを含んで構成される膜／電極接合体を、空気もしくは燃料の溝状流路をそれぞれ形成した 2 枚の半導体板で挟んだ構成において、半導体板を燃料極もしくは空気極の集電体として備えているので、燃料から触媒作用でプロトンを取り出すための燃料極が、電解質膜全面に形成されているため、発生したプロトンを効率良く電解質膜に供給できるようになり、電池の出力低下を抑制することが可能となる。また、燃料及び空気流路を半導体基板中に形成することから、半導体プロセスを用いた高精度な加工と量産効果による低コスト化、薄層化が同時に実現できる。

【0052】

また、半導体板の表面の少なくとも一部に、燃料極もしくは空気極との接触抵抗低減目的のコンタクト層を備えることにより、燃料・空気流路を形成した半導体板と燃料極及び空気極とのコンタクト抵抗を十分低く抑えることができ、燃料・空気極から極めて効率のよい集電が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る燃料電池を示す図

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係る、積層構成にした燃料電池を示す断面模式図

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態に係る、空気極側の開口部にシリコングリッドを設けた燃料電池を示す図

【図 4】

本発明の第 1 の実施形態に係る燃料電池の製造工程を示す断面模式図

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態に係る燃料電池の製造工程を示す断面模式図

【図 6】

本発明の第 1 の実施形態に係る、基板コンタクト層と燃料・空気流路をそれぞれ同一面内に形成した燃料電池の断面模式図

【図 7】

本発明の第 2 の実施形態に係る燃料電池を示す断面模式図

【図 8】

本発明の第 3 の実施形態に係る半導体装置を示す断面模式図

【図 9】

本発明の第 3 の実施形態に係る半導体装置の製造工程を示す断面模式図

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施形態に係る半導体装置の製造工程を示す断面模式図

【図 1 1】

本発明の第 4 の実施形態に係る、nチャネルMOSトランジスタを用いた半導体装置を示す断面模式図

【図 1 2】

本発明の第 4 の実施形態に係る、pチャネルMOSトランジスタを用いた半導体装置を示す断面模式図

【図 1 3】

従来のマイクロ燃料電池を示す断面模式図

【図 1 4】

(a) 常圧型の燃料電池を示す断面模式図

(b) 大気開放型の燃料電池を示す断面模式図

(c) 両方の燃料電池の電圧－電流密度を示す特性図

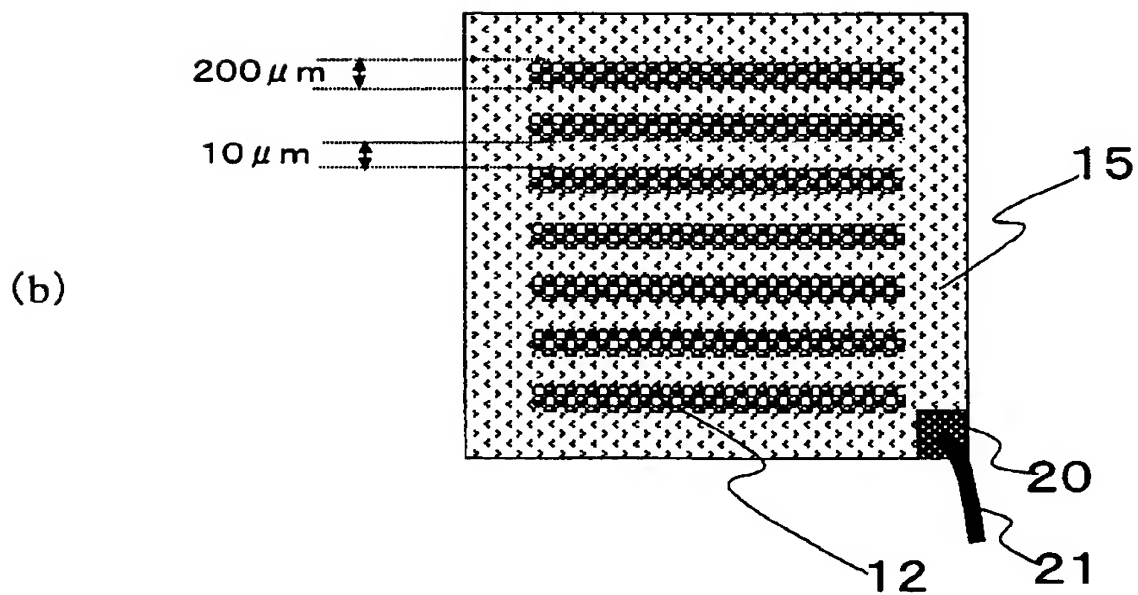
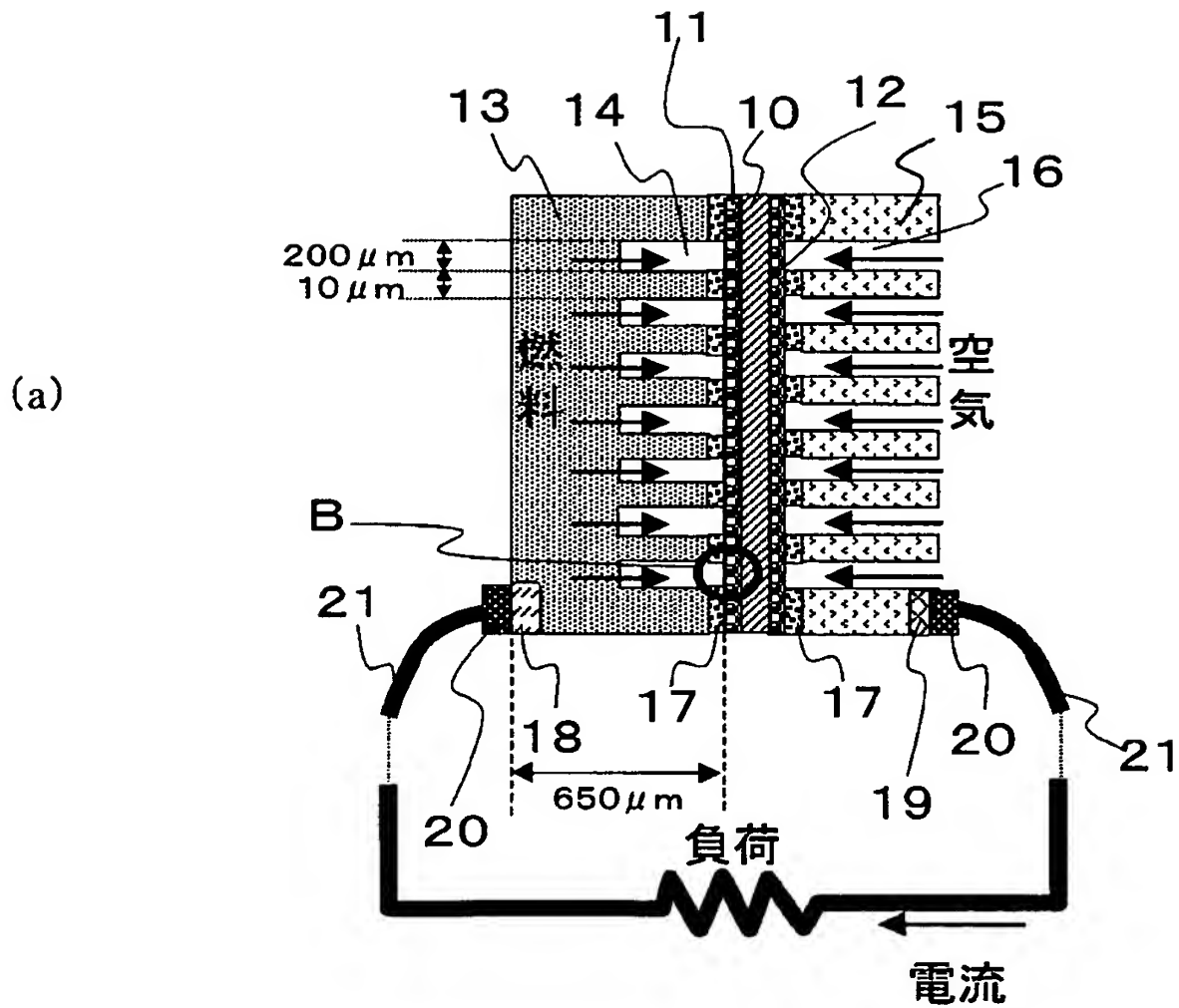
【符号の説明】

- 1 0 高分子固体電解質膜
- 1 1 燃料電極触媒層
- 1 2 空気電極触媒層
- 1 3 n型シリコン製セパレータ
- 1 4 燃料流路
- 1 5 p型シリコン製セパレータ
- 1 6 空気流路
- 1 7 シリコン基板／電極触媒間オーミックコンタクト層
- 1 8 n型コンタクト層
- 1 9 p型コンタクト層
- 2 0 金属膜パターン
- 2 1 金属配線
- 2 2 第1のレジストパターン
- 2 3 第2の金属膜
- 2 4 第2のレジストパターン
- 2 5 白金シリサイド膜
- 2 6 全面レジスト膜
- 2 7 第3のレジストパターン
- 2 8 撥水处理膜
- 2 9 シリコングリッド
- 3 0 n型基板コンタクト層
- 3 1 埋め込み酸化膜層
- 3 2 pウェルコンタクト層
- 3 3 nウェルコンタクト層
- 3 4 p型ソース電極
- 3 5 p型ドレイン電極
- 3 6 n型ソース電極

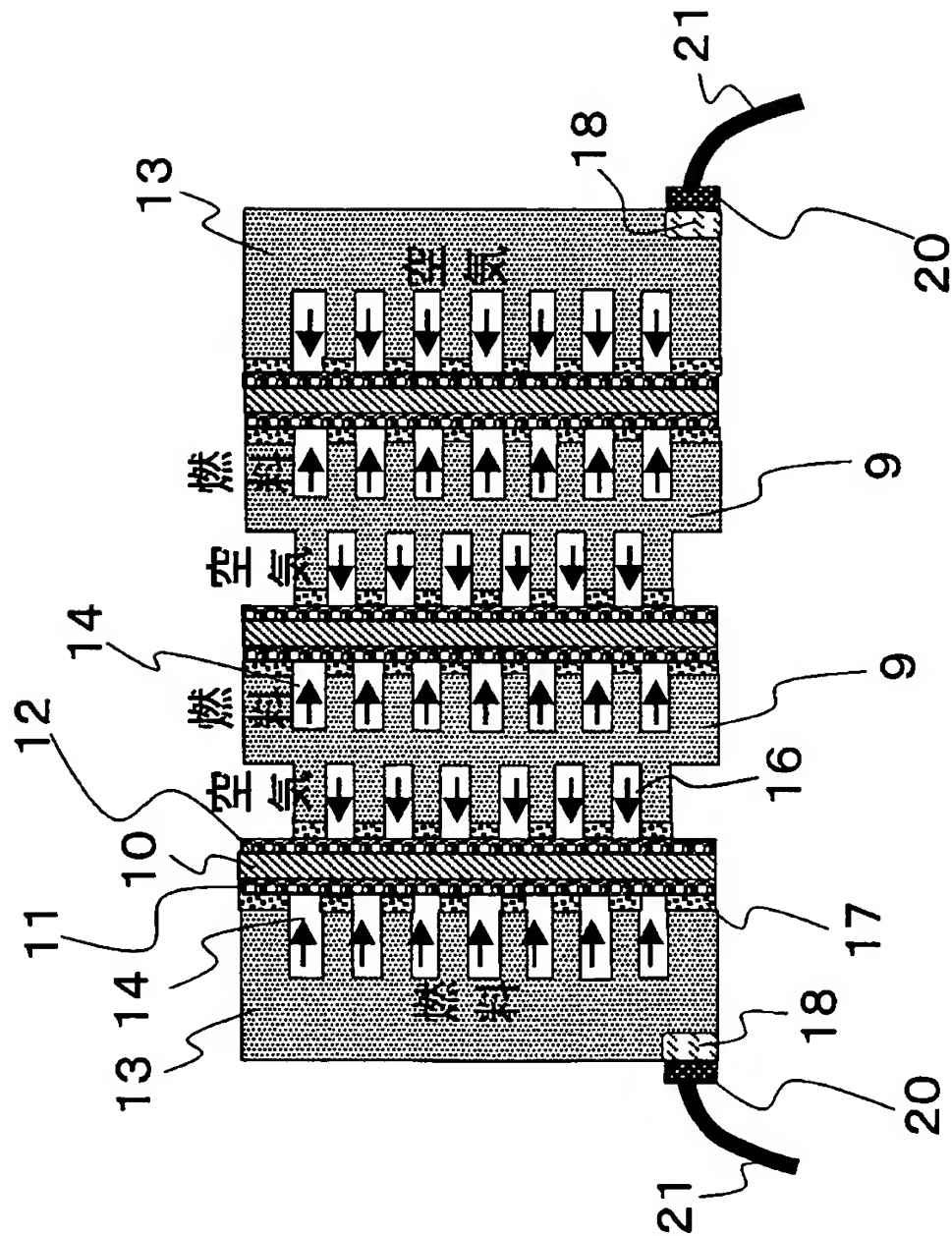
- 3 7 n 型ドレイン電極
- 3 8 ゲート絶縁膜
- 3 9 n 型ゲート電極
- 4 0 p 型ゲート電極
- 4 1 素子分離絶縁膜
- 4 2 層間絶縁膜
- 4 3 アルミ配線
- 4 4 p ウェル
- 4 5 n ウェル
- 4 6 第 4 のレジストパターン
- 4 7 第 2 のメタルシリサイド膜パターン
- 4 8 第 5 のレジストパターン
- 4 9 絶縁膜開口部
- 5 0 パッシベーション膜
- 5 3 アノード側セパレータ
- 5 4 カソード側セパレータ
- 6 0 燃料極（触媒・集電層）
- 6 1 空気極（触媒・集電層）
- 6 2 燃料流路を加工した n 型（1 0 0）面方位シリコン基板
- 6 3 空気流路を加工した n 型（1 0 0）面方位シリコン基板
- 6 4 シリコン熱酸化膜
- 7 0 n 型シリコン基板
- 7 1 縮退した n 型不純物拡散層
- 7 2 白金薄膜
- 7 3 縮退した p 型不純物拡散層
- 7 4 生成した水

【書類名】 図面

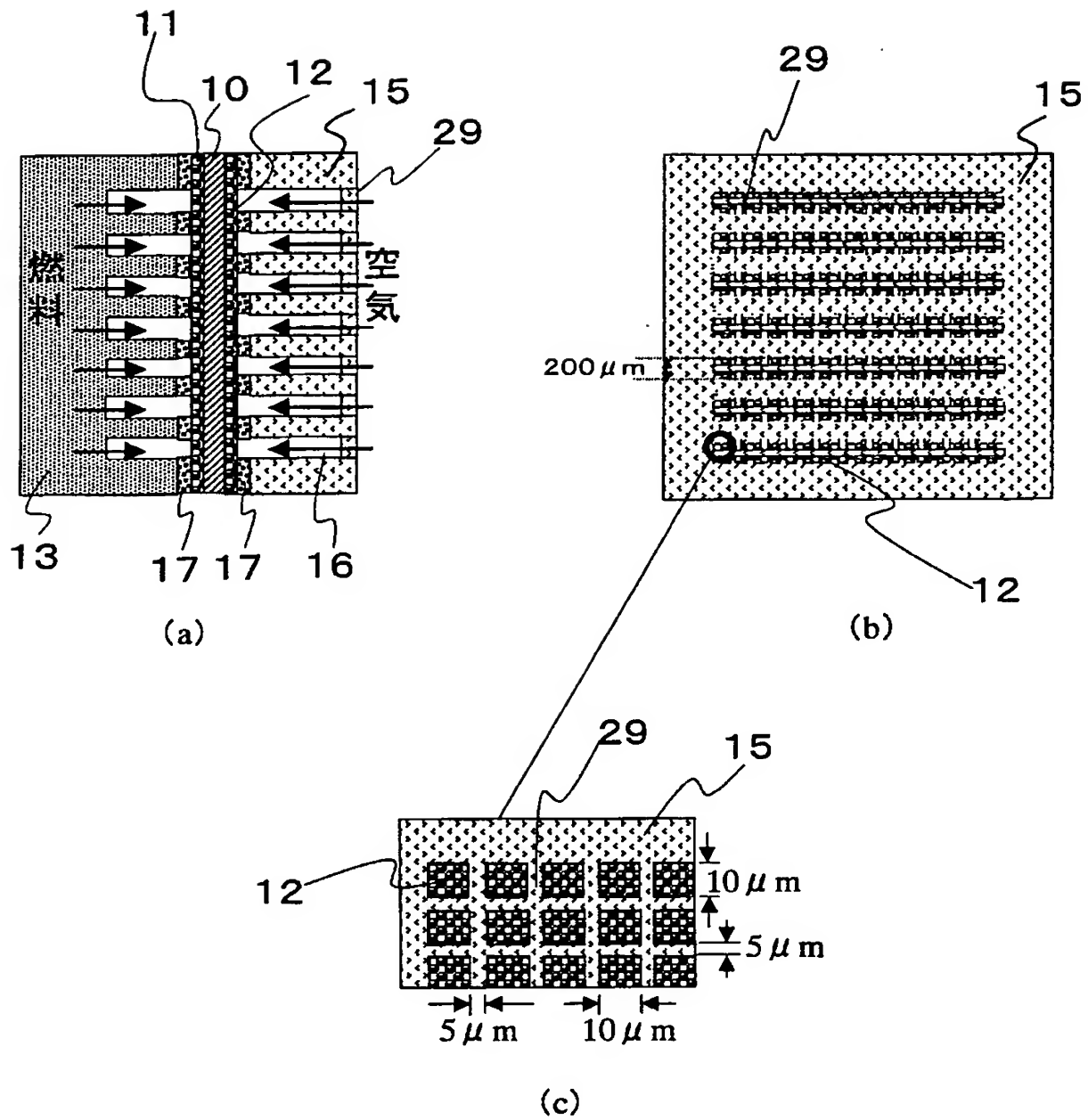
【図 1】



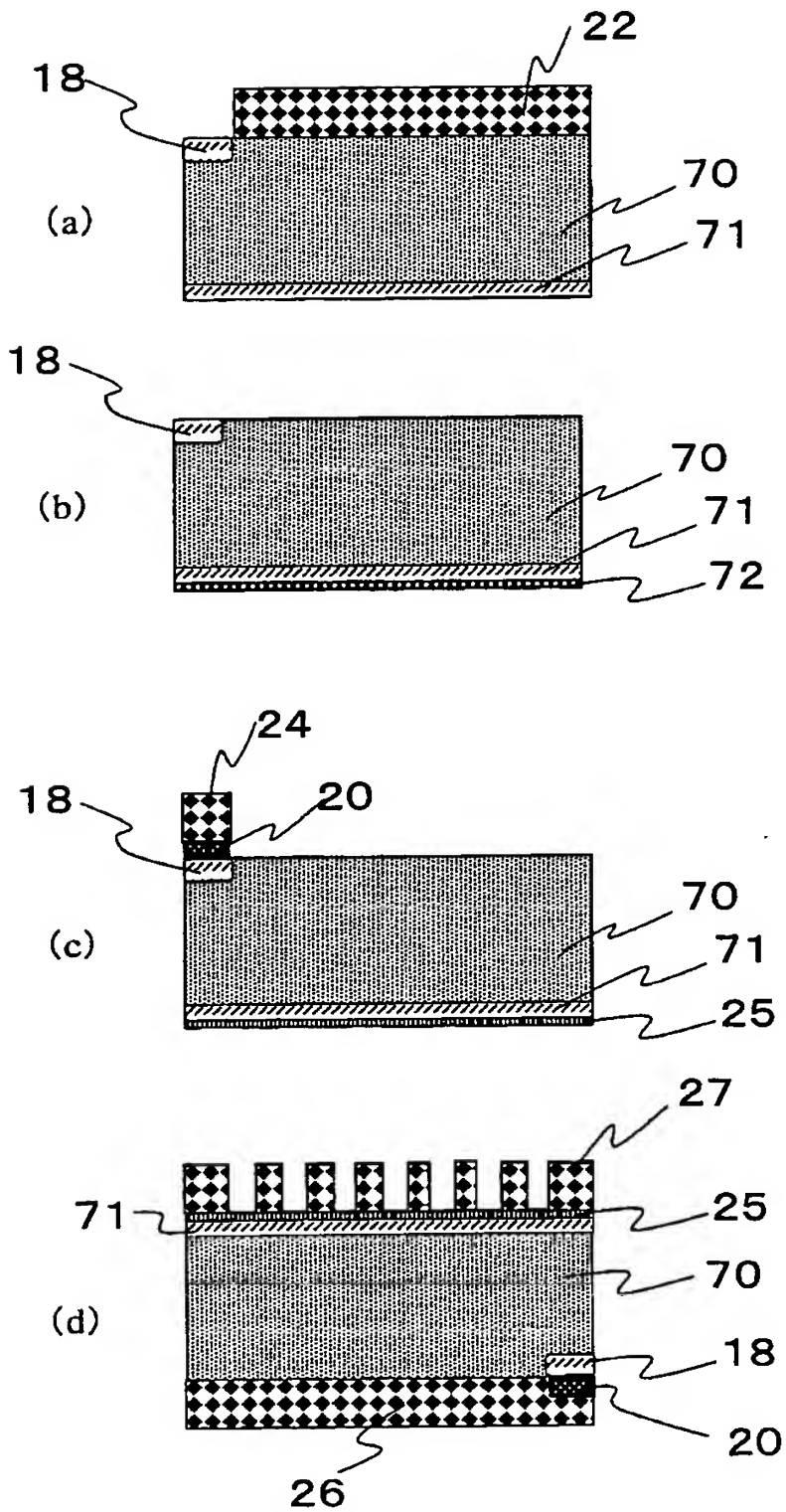
【図 2】



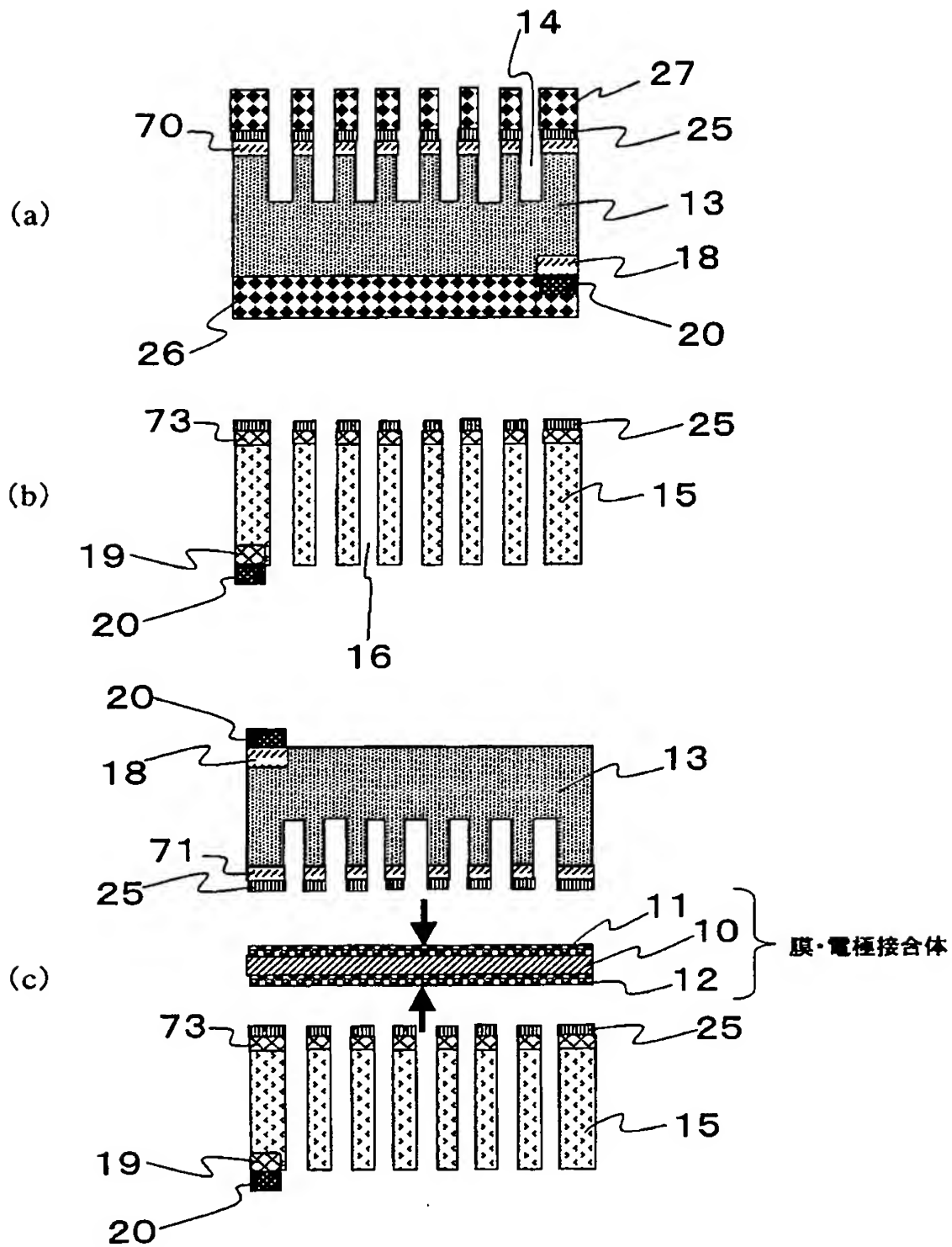
【図 3】



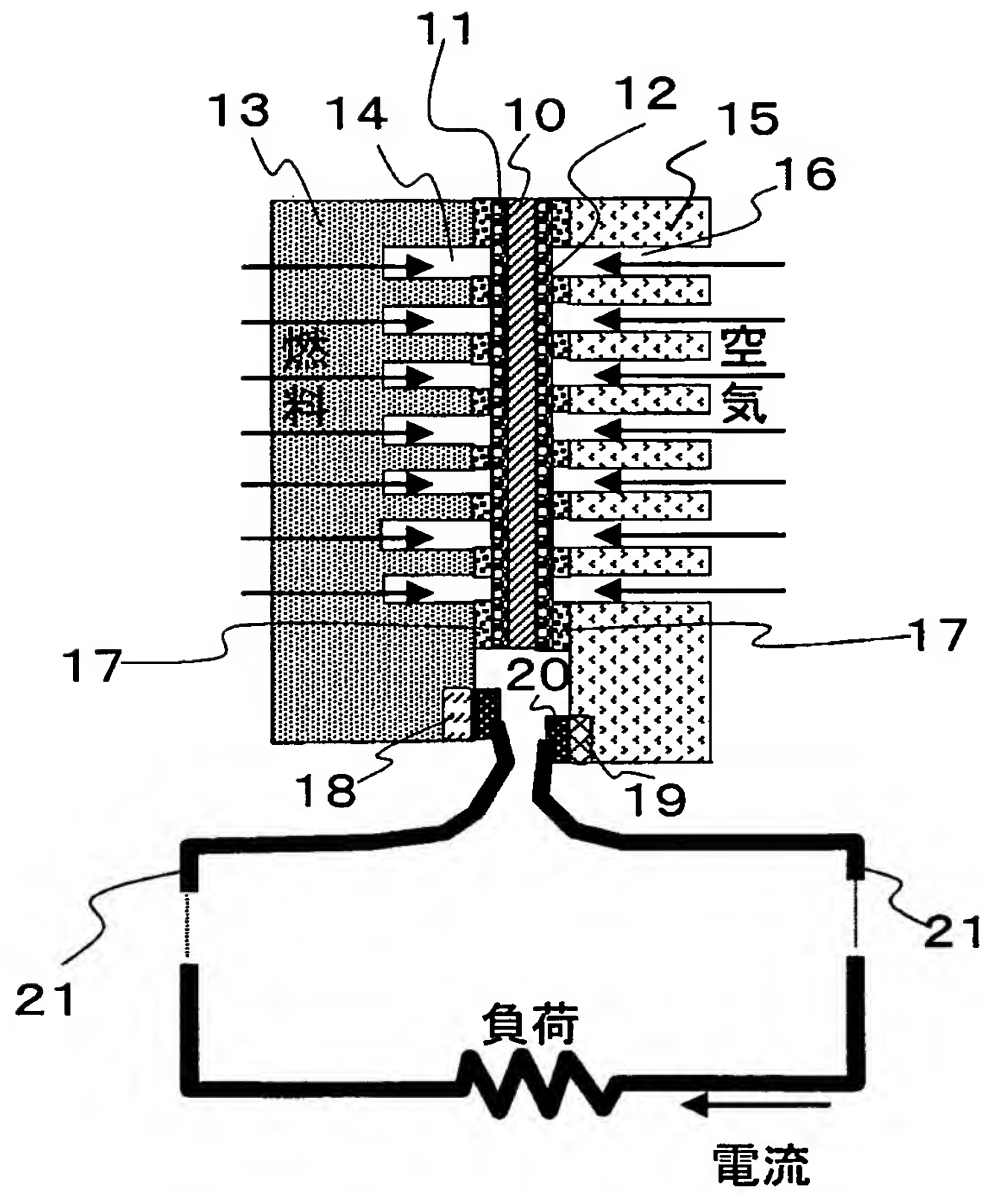
【図 4】



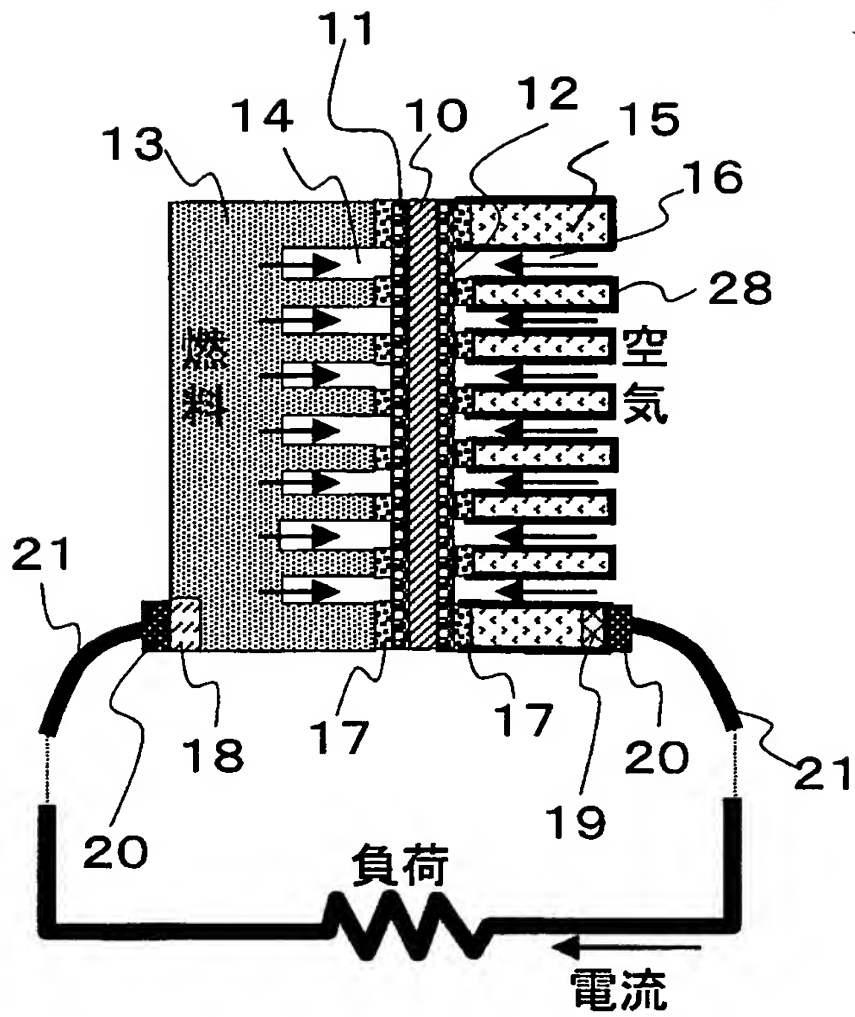
【図 5】



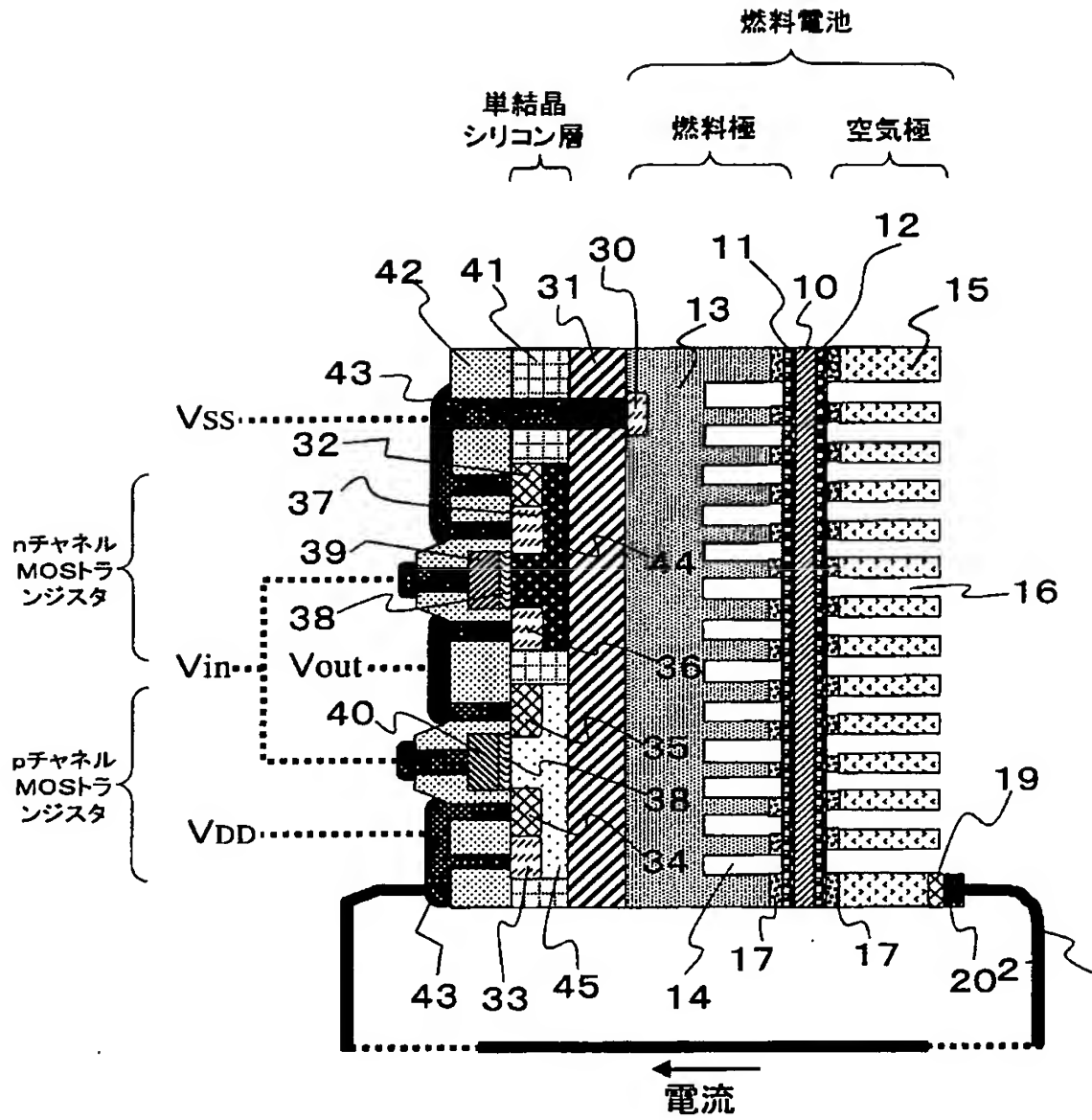
【図 6】



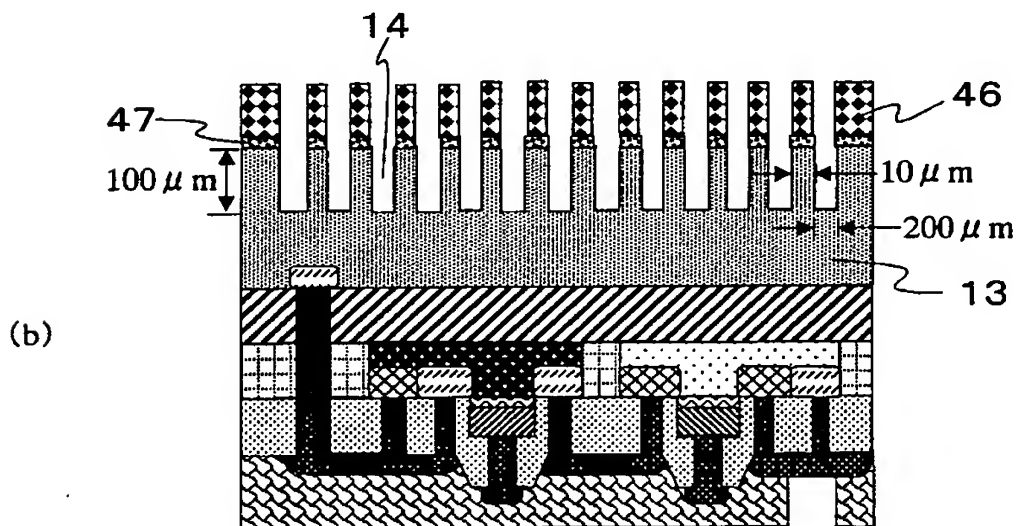
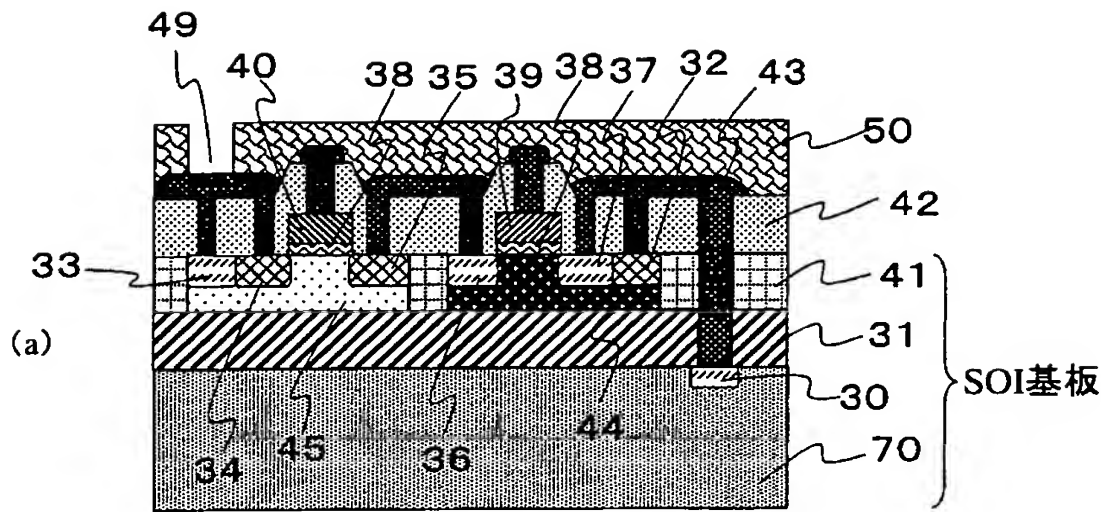
【図 7】



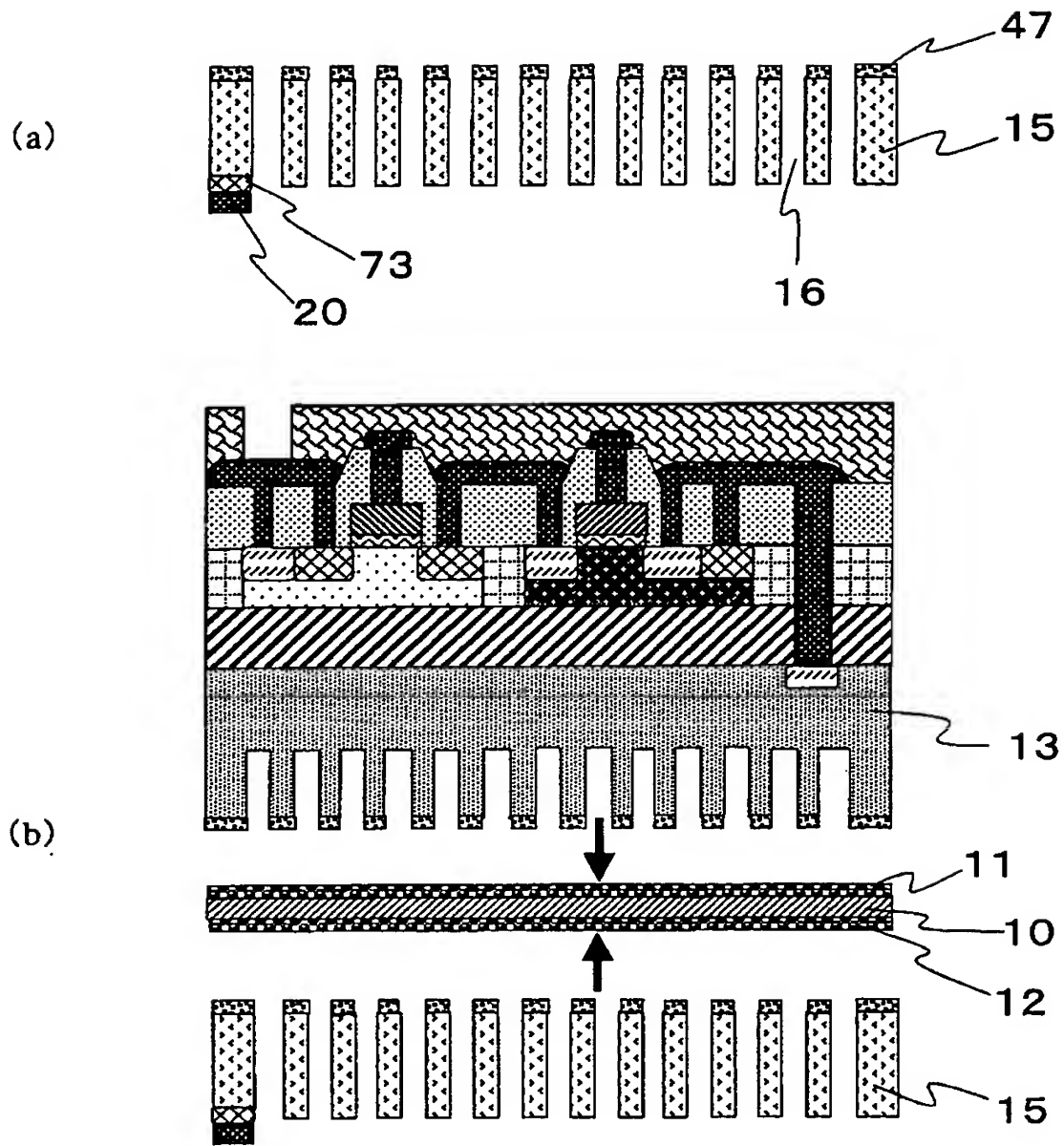
【図 8】



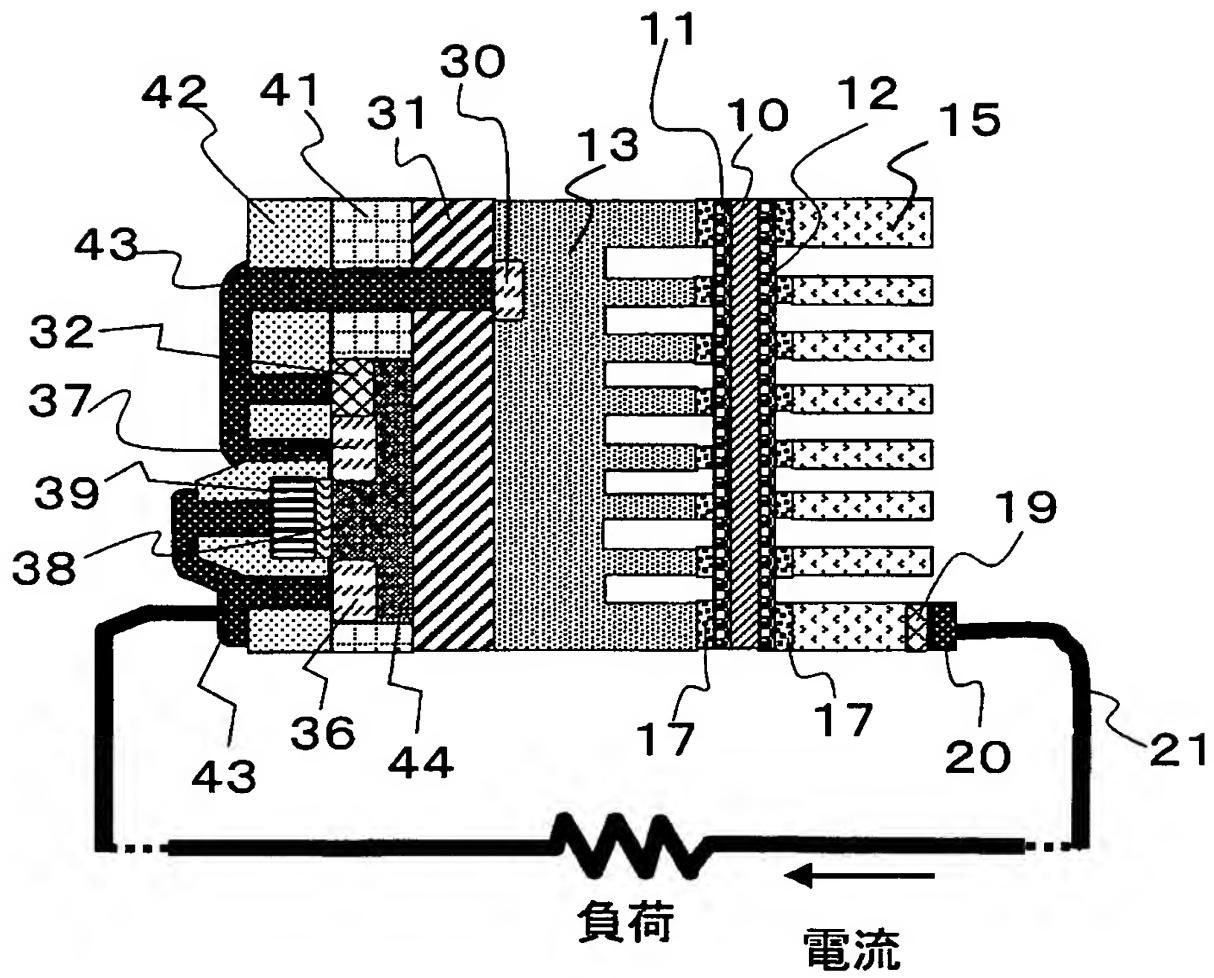
【図 9】



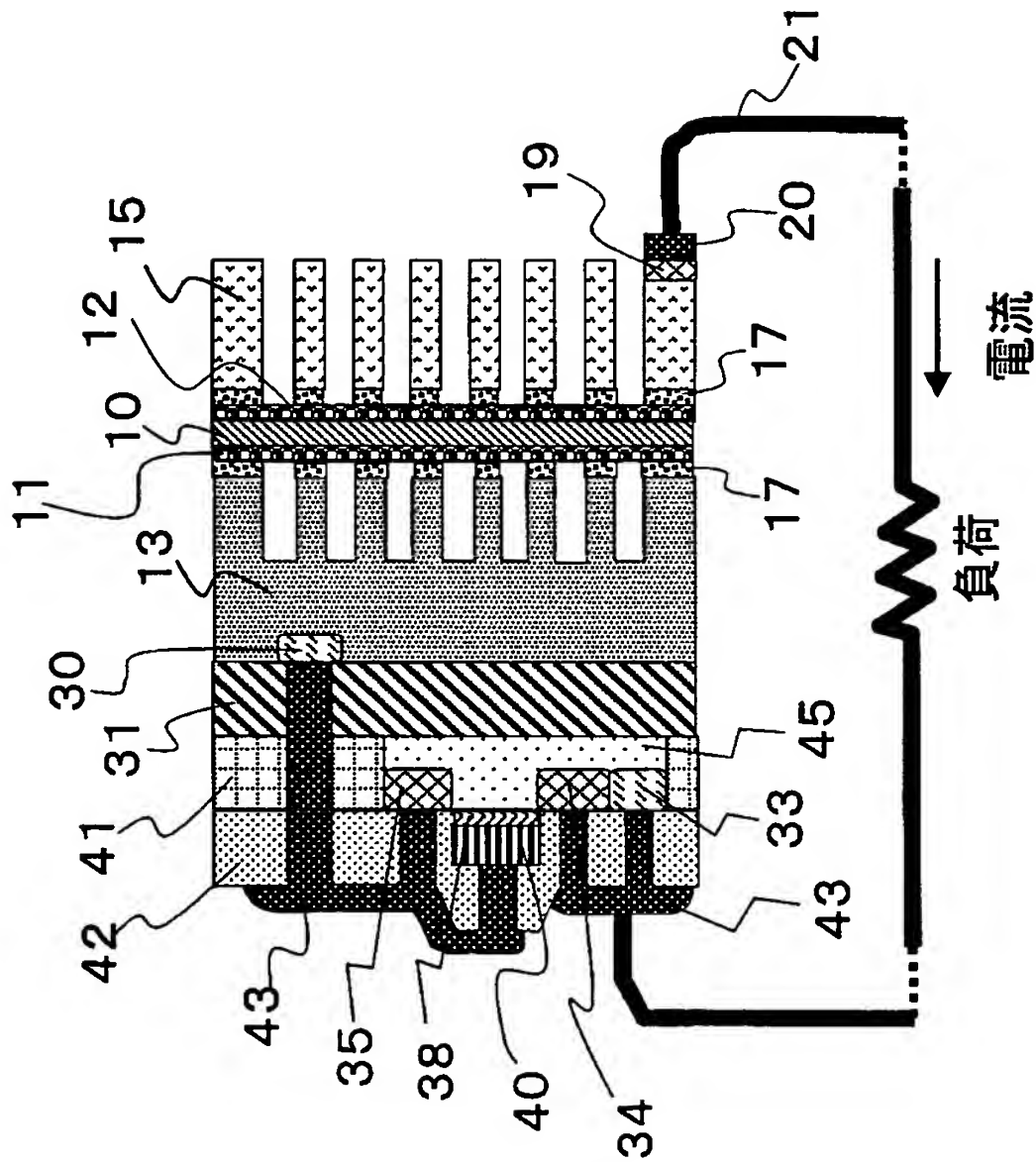
【図 1 0】



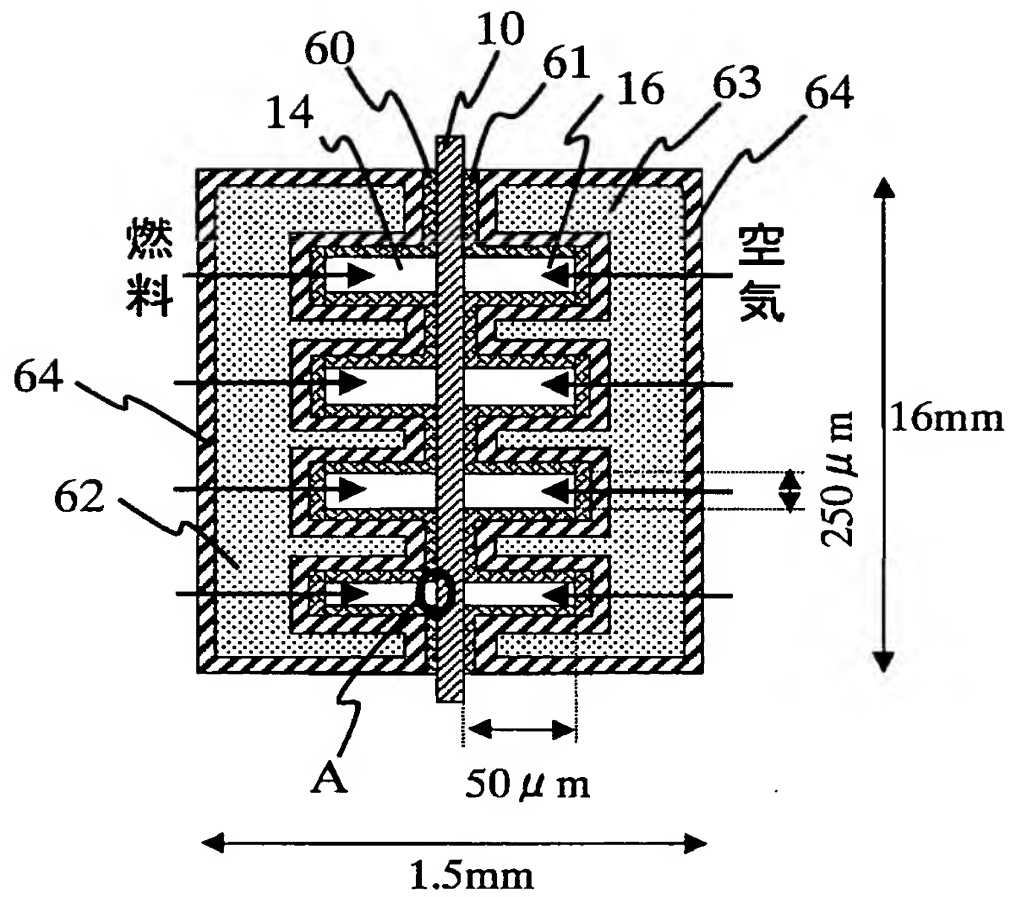
【図 1 1】



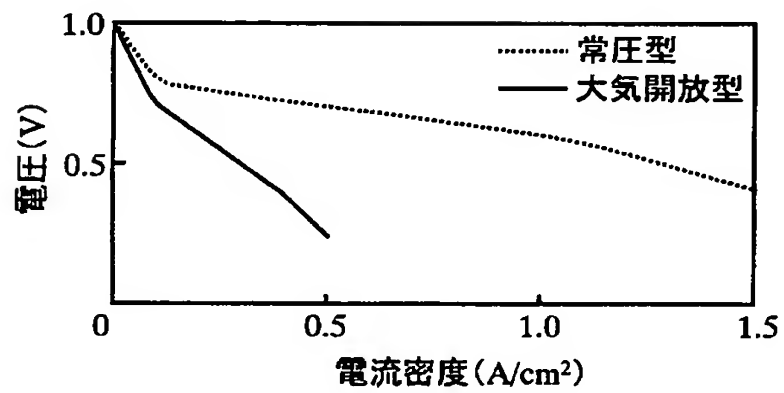
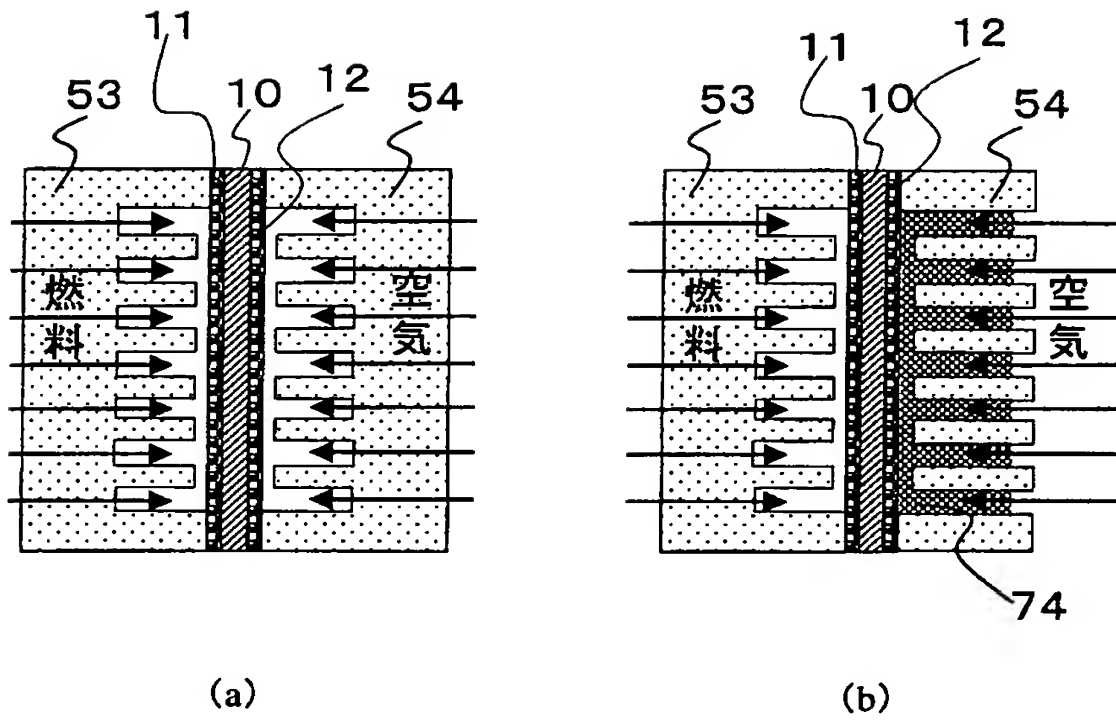
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のシリコン製セパレータを用いた燃料電池の構成では、出力時の電流、電圧ロスが発生し、十分な出力が得られないという課題を有していた。

【解決手段】 パーフルオロスルホン酸系ポリマなどの高分子固体電解質膜 10 両面に、白金 (Pt) 薄膜などの燃料電極触媒層 11 と空気電極触媒層 12 が形成されている。燃料流路 14 を形成した n 型シリコン製セパレータ 13 は、燃料電極触媒層 11 にシリコン／触媒電極間オーミックコンタクト層 17 を介して接続され、空気流路 16 を形成した p 型シリコン製セパレータ 15 は、同じくシリコン／触媒電極間コンタクト層 17 を介して空気電極触媒層 12 に接続されている。シリコン／触媒電極間オーミックコンタクト層 17 は縮退した不純物拡散層と白金シリサイド膜の多層膜である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名 松下電器産業株式会社